

BIO-CONS, Jurnal Biologi & Konservasi
Volume 1 No. 1, Juni 2019
p-ISSN : 2620-3510, e-ISSN: 2620-3529



**POTENSI ASOSIASI BAKTERI FOTOSINTETIK *Synechococcus* sp.
DENGAN BIBIT KAKAO (*Theobroma cacao* L.)**

**POTENTIAL OF ASSOCIATION OF PHOTOSYNTETIC BACTERIA
Synechococcus sp. WITH COCOA SEEDS (*Theobroma cacao* L.)**

Sarwo Danuji¹⁾, Dwi Suciningtyas Sukamto²⁾

^{1,2)}Prodi Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan MIPA IKIP PGRI JEMBER
Email ¹⁾: danujisarwo@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kakao merupakan tanaman C-3 dengan ciri khas laju respirasi tinggi dan efisiensi fotosintesis rendah. Efisiensi fotosintesis kakao yang rendah menjadi pembatas produksi bahan organik tumbuhan. Aplikasi *Synechococcus* sp pada bibit kakao diharapkan dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis dan pada penelitian lebih lanjut dapat memperoleh bahan tanam berkualitas tinggi sebagai syarat budidaya tanaman. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari potensi asosiasi antara bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp dengan bibit kakao. Penelitian ini dilaksanakan di *green house* dan Laboratorium Biologi Fakultas MIPA IKIP PGRI Jember, selama 4 bulan mulai November 2018 hingga Februari 2019. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa terjadi asosiasi antara bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp dengan bibit kakao, yang dibuktikan melalui perubahan karakter fisik seperti; status N jaringan, kandungan klorofil daun, daya hantar stomata, nilai *Relative Water Content* (RWC), dan volume akar bibit inokulasi yang lebih kecil dari bibit kontrol.

Kata kunci: Asosiasi, Bibit Kakao, Efisiensi Fotosintesis, *Synechococcus* sp.

ABSTRACT

Cacao is a C-3 plant with a characteristic high respiration rate and low photosynthetic efficiency. The low efficiency of photosynthesis of cocoa is a limitation in the production of plant organic matter. Application of *Synechococcus* sp in cocoa seedlings is expected to increase photosynthetic efficiency and in further research can obtain high-quality planting material as a condition for crop cultivation. The purpose of this study is to study the potential association between photosynthetic bacteria *Synechococcus* sp and cocoa seedlings. This research was conducted at the green house and Biology Laboratory of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences IKIP PGRI Jember, for 4 months from November 2018 to February 2019. The results showed that there were an association between photosynthetic bacteria *Synechococcus* sp and cocoa seeds, which was proven through physical characters changes such as; tissue N status, leaf chlorophyll content, stomatal conductance, Relative Water Content (RWC) value, and root volume of inoculation seedlings which is smaller than control seedlings.

Keywords: Association, Cocoa Seedlings, Photosynthetic Efficiency, *Synechococcus* sp.

PENDAHULUAN

Kakao merupakan tanaman C3 dengan ciri khas laju fotorespirasi tinggi dan efisiensi fotosintesis rendah. Efisiensi fotosintesis kakao yang rendah menjadi pembatas produksi bahan organik tumbuhan sesuai hukum minimum bahwa tingkat pertumbuhan dan produksi tergantung pada faktor yang tersedia minimum. Gardner (1991) juga menyatakan, fotosintesis merupakan batu pijakan peningkatan produksi pangan, 90% hasil tanaman berupa bahan organik hasil fotosintesis.

Salah satu inovasi dengan tujuan memacu proses fotosintesis dapat menggunakan simbiosis dengan bakteri dari kelompok cyanobakter. Cyanobakter mempunyai kontribusi besar pada tanaman, yaitu dalam kloroplas sehingga tanaman mampu melakukan metabolisme secara lebih efisien (UCMP, 2000).

Synechococcus sp. merupakan bakteri fotosintetik dari kelompok cyanobakter yang menggunakan oksigen sebagai oksidator dalam proses fotosintesisnya. Bakteri ini diketahui mampu hidup di fotosfer dan mempunyai kemampuan memanfaatkan energi cahaya untuk fotosintesis. Bakteri ini juga mampu mereduksi N_2 dari udara menjadi amonium dan memberikan nutrisi sederhana yang diperlukan oleh tanaman (Golden, *et al.* 1985; Anonymous, 2009; GCRI, 2009).

Soedradjad (2005) menyatakan bahwa daun tanaman kedelai dan *Synechococcus* sp berasosiasi secara mutualistik, masing-masing spesies tersebut saling memberi keuntungan serta tumbuh dan bereproduksi dengan laju yang lebih tinggi. Prasetya (2005) mendapatkan hasil bahwa, aplikasi bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp pada tanaman kedelai mampu membuat pertumbuhan tanaman kedelai lebih meningkat dan meningkatkan hasil.

Kebutuhan bibit kakao di Indonesia, tepatnya sejak tahun 2006 mengalami defisit sampai puluhan juta bibit per tahun (Pelita, 2009). Kebutuhan ini dikarenakan peremajaan tanaman atau revitalisasi perkebunan kakao yang sebagian besar berusia lebih dari 18 tahun. Lebih parah lagi banyak lahan perkebunan kakao yang terlantar, mengalami serangan hama penggerek buah kakao (PBK), rusak atau bukan berasal dari benih unggul. Ketersediaan bibit mutu yang terbatas menyebabkan rendahnya produktivitas tanaman kakao saat ini, yaitu hanya 625 kg/hektar/tahun. Hal itu setara dengan 32% dari potensi seharusnya sebesar 2.000 kg/hektar/tahun. Oleh karena itu, diperlukan terobosan teknologi pembibitan kakao berkualitas untuk memenuhi kebutuhan yang semakin besar.

Perbanyakan tanaman kakao umumnya dilakukan secara generatif menggunakan benih dan vegetatif menggunakan setek, okulasi, dan sambung pucuk. Tetapi, kualitas bibit umumnya rendah, ukuran tidak seragam, dan produktivitas rendah. Metode yang lebih

mutakhir adalah dengan teknik *Somatic Embryogenesis* (SE) yang diadopsi dari pusat Litbang Nestle Perancis dan diharapkan dapat mengatasi masalah percepatan pengadaan bibit berkualitas tinggi dalam jumlah besar dan seragam (Stratos, 2009). Tetapi teknologi kultur jaringan ini belum menjawab permasalahan efisiensi fotosintesis kakao yang rendah.

Aplikasi *Synechococcus* sp pada bibit kakao diharapkan memperoleh bahan tanam berkualitas tinggi mengingat tanaman kakao adalah tanaman jangka panjang dan pemenuhan kebutuhan bibit kakao berkualitas di Indonesia sangat terbatas. Apriyantono (2008) menambahkan bahwa kemampuan penyediaan benih kakao secara konvensional diperkirakan hanya dapat mencapai 36-50 juta/tahun atau hanya sekitar 48 – 67% dari kebutuhan. Selain jumlahnya belum mencukupi, benih kakao yang berasal dari biji sebenarnya belum layak disebut sebagai benih karena kualitas benihnya rendah dan sangat heterogen.

Pertumbuhan dan produktivitas kakao ditentukan oleh sifat genetis bahan tanaman selain interaksi dengan lingkungan tempat tumbuhnya (Anonymous, 2006). Produksi potensial ditentukan oleh sifat genetis bahan tanam yang digunakan, sedangkan produksi aktual di lapangan ditentukan oleh lingkungan tempat tumbuhnya, baik berupa kondisi kesesuaian lahan maupun cara budidayanya (optimalisasi lingkungan tumbuh).

Penggunaan bahan tanam unggul yang toleran dapat mengurangi penggunaan pestisida karena toleran terhadap serangan hama dan penyakit, sehingga akan mengurangi biaya pemeliharaan tanaman secara keseluruhan. Selain itu pencemaran lingkungan akibat penggunaan pestisida dapat dikurangi. Kesalahan pemilihan dan penggunaan bahan tanam akan mengakibatkan kerugian dalam jangka panjang. Oleh karena itu pemilihan bahan tanam merupakan tindakan awal yang sangat penting dalam budidaya kakao. Penggunaan bahan tanam kakao unggul perlu diikuti dengan tindakan kultur teknis yang baik, antara lain; pembibitan, perawatan tanaman di lapangan, dan penanganan pascapanen sehingga usaha budidaya kakao membawa hasil yang optimal dan memuaskan.

Tetapi hingga saat ini, belum banyak penelitian yang membahas bagaimana mendapatkan bibit atau bahan tanam kakao dengan kualitas tinggi. Maka Penulis berinisiatif untuk melakukan penelitian dengan tujuan mempelajari tentang asosiasi antara bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp dengan bibit kakao.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di *green house* dan Laboratorium Biologi Fakultas MIPA IKIP PGRI Jember. Bahan utama yang dipakai dalam penelitian ini adalah hasil biakan *Synechococcus* sp, dan bibit kakao lindak varietas F1. Sedangkan peralatan yang dipakai,

antara lain; *leaf porometer SCI decagon America*, *chlorophilmeter*, *planimeter*, gelas ukur yang bervolume 1000 ml, pipet ukur, *hand sprayer*, ember, neraca, dan sebagainya.

Pengujian bibit kakao dalam *green house* dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk meneliti faktor perlakuan inokulasi bakteri *Synechococcus* sp. pada bibit kakao. Jumlah bibit yang dipakai sejumlah 50 bibit, dengan rincian 25 bibit diinokulasi dengan *Synechococcus* sp. dan 25 bibit sebagai kontrol (tanpa inokulasi). Bibit yang digunakan dalam penelitian ini adalah bibit kakao lindak varietas F1 keturunan dari (ICS 13 x Sca 6/Sca 12), yang diperoleh dari Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, sedangkan bakteri yang digunakan adalah biakan murni yang telah diidentifikasi, yaitu *Synechococcus* sp. strain Situbondo dengan ciri uniselular dan berkoloni.

Perbanyakan bakteri dilakukan dengan cara membuat larutan bakteri yaitu mencampur 5 ml larutan bakteri, 1 liter air dan 5 gram gula pasir. Larutan bakteri ini selanjutnya diinkubasi selama 24 - 48 jam dalam kondisi anaerob. Gula pasir digunakan sebagai sumber karbon untuk mengaktifasi bakteri. Inokulasi bakteri dilakukan dengan cara penyemprotan yang dilakukan 4 kali, dengan selang waktu 7 hari.

Tindakan pemeliharaan bibit yang perlu dilakukan meliputi penyiraman, pemupukan, penyiangan tumbuhan pengganggu, serta pengendalian hama dan penyakit. Sampai berumur 2 bulan penyiraman perlu dilakukan sebanyak 2 kali dalam satu hari yaitu waktu pagi dan sore hari. Selanjutnya sampai berumur 6 bulan penyiraman dilakukan satu kali sehari. Tujuan penyiraman adalah untuk menyediakan lengas yang cukup, sehingga perlu diperhatikan agar tidak terjadi pencucian hara. Pengairan sebaiknya diberikan secukupnya, tidak kurang dan tidak lebih. Penyiraman dianjurkan menggunakan gembor atau *sprayer* yang memiliki ukuran atau takaran.

Parameter pengamatan dalam penelitian ini meliputi:

1. Status Nitrogen (N) Jaringan: menggunakan metode *High-N Reference* (Beegle, 2008);
2. Kandungan Klorofil Daun, diukur menggunakan *Chlorophilmeter SPAD-502* (Minolta, Japan);
3. *Relative Water Content* (RWC); dilakukan pada akhir penelitian untuk mengetahui potensi penyimpanan air di dalam daun dengan rumus:

$$\text{RWC} = ((\text{FW}-\text{DW})/(\text{TW}-\text{DW})) \times 100 \%$$

Dimana; FW = Fresh Weight (g)

DW = Dry Weight (g)

TW = Turgor Weight (g)

4. Stomatal Conductance (Daya Hantar Stomata) dilakukan pada permukaan abaxial daun dengan menggunakan Leaf Porometer SCI Decagon America, pengamatan dengan interval 3 hari;
5. Volume Akar (ml): diukur menggunakan gelas ukur berskala yang telah terisi air, kemudian mencatat selisih volume air saat sebelum dan sesudah dimasukkan akar bibit kakao.

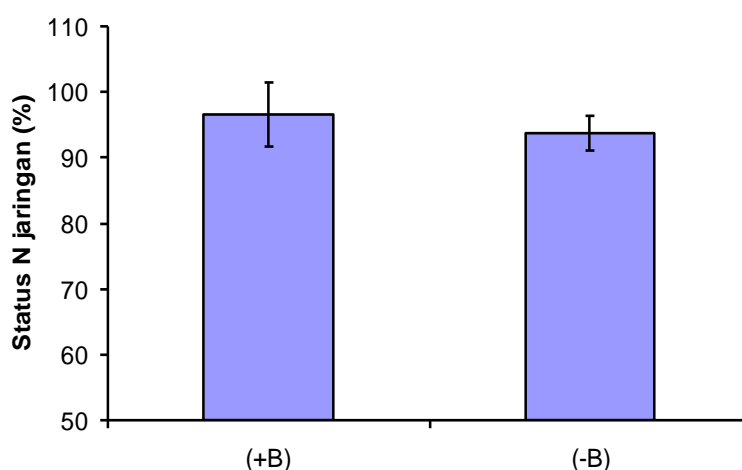
Analisis sidik ragam (ANOVA) dilakukan terhadap semua parameter pengamatan untuk mengetahui signifikansi pengaruh bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. terhadap karakter-karakter bibit kakao yang diuji. Rancangan penarikan sampel juga dilakukan pada masing-masing parameter dengan cara acak sederhana (Gomes dan Gomes, 1995). Selanjutnya hasil sidik ragam dilanjutkan dengan uji deskriptif statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uji ANOVA menunjukkan bahwa inokulasi bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp memberikan pengaruh yang signifikan terhadap semua parameter pengamatan, antara lain;

1. Status N Jaringan

Pengamatan perbandingan status N jaringan antara bibit kakao yang diinokulasi bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. dengan kontrol dilakukan setelah bibit berumur 153 hari. Penentuan status N jaringan dilakukan dengan cara membandingkannya dengan bibit kakao yang telah tercukupi N karena mendapatkan pemupukan sesuai anjuran dosis (Gambar 1.).

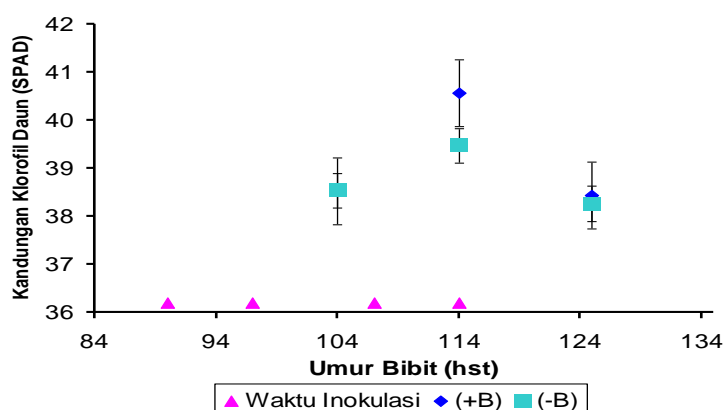


Gambar 1. Status N Jaringan Bibit Kakao Inokulasi *Synechococcus* sp. (+B) dan Kontrol (-B). Setiap kolom merupakan nilai rata-rata dari 9 sampel disertai nilai SE.

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh informasi status N jaringan bibit kakao inokulasi bakteri sebesar 96,4 % (≥ 95 %) dibandingkan tanaman referensi (tanaman berkecukupan N karena penggunaan dosis pupuk sesuai anjuran), sedangkan kontrol sebesar 93,7 % (≤ 95 %). Informasi ini membuktikan bahwa bibit kakao inokulasi bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. adalah cukup N, tapi kontrol mengalami defisiensi N. Pengukuran ini juga membuktikan bahwa sebagian kandungan N di dalam daun adalah sumbangan dari bakteri *Synechococcus* sp., sebagaimana keterangan bakteri fotosintetik ini memiliki kemampuan menambat N_2 dari udara menjadi ammonium (dikenal dengan fiksasi N_2) dan memberikan nutrisi sederhana yang diperlukan oleh tanaman (Anonymous, 2009; GCRI, 2009).

2. Kandungan Klorofil Daun

Pada Gambar 2. berikut ini terlihat bahwa pada bibit yang diinokulasi memiliki kandungan klorofil daun lebih tinggi daripada bibit kontrol (tanpa inokulasi).



Gambar 2. Kandungan Klorofil Daun Bibit Kakao Yang Diinokulasi Bakteri (+B) dan Kontrol (-B).
Setiap titik merupakan nilai rata-rata dari 9 sampel disertai nilai SE.

Iqbal (2008) dan Syamsunihar (2007) menguraikan bahwa N berfungsi memberikan warna hijau gelap pada daun serta komponen klorofil, merangsang pertumbuhan daun, meningkatkan tinggi tanaman dan ukuran daun. Sifat jumlah klorofil dipengaruhi oleh lingkungan. Menurut Dwijoseputro (1981), beberapa faktor yang mempengaruhi sintesa klorofil adalah faktor-faktor seperti: gen, oksigen, cahaya, karbohidrat, unsur-unsur Fe, Mn, N, Mg, Cu, dan Zn, air, serta temperatur.

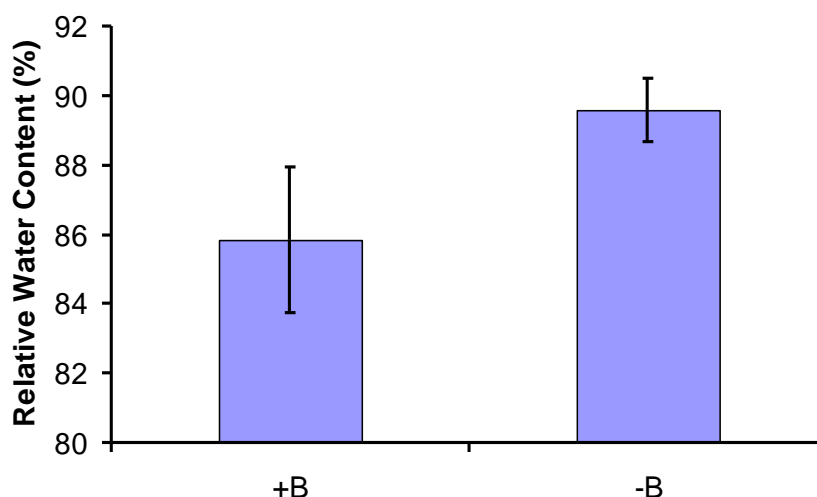
Sedangkan menurut Meeks dan Elhai (2002) peningkatan kandungan klorofil diduga sebagian merupakan sumbangan dari koloni bakteri yang hadir di permukaan daun tanaman yang diinokulasi. Sumbangan tersebut berupa pasokan N dan peningkatan fungsi klorofil sebagai respon terhadap asosiasi yang disumbangkan bakteri fotosintetik ini dan peningkatan

fungsi pigmen. Sebagaimana juga dibuktikan oleh Irvan (2009) dari hasil penelitiannya bahwa bakteri *Synechococcus* sp, mampu meningkatkan kandungan klorofil pada daun tanaman kedelai.

Tetapi, hasil pengamatan menunjukkan terjadi penurunan kandungan klorofil daun bibit kakao setelah aplikasi bakteri ke-4 (114 hari). Diduga hal ini terjadi karena jumlah bakteri di permukaan daun berkurang akibat kompetisi antar koloni yang mengakibatkan pengaruh bakteri terhadap kandungan klorofil tidak lagi nampak. Hal ini juga mengindikasikan bahwa aplikasi ke-4 bakteri *Synechococcus* sp. terhadap daun bibit tidak diperlukan lagi.

3. Relative Water Content (RWC)

Nilai RWC bibit yang diinokulasi ternyata lebih kecil daripada bibit kontrol (tanpa inokulasi) seperti tertera pada Gambar 3. berikut ini;



Gambar 3. RWC Daun Bibit Kakao Inokulasi Bakteri *Synechococcus* sp. (+B) dan Kontrol (-B). Setiap kolom merupakan nilai rata-rata dari 5 sampel disertai nilai SE.

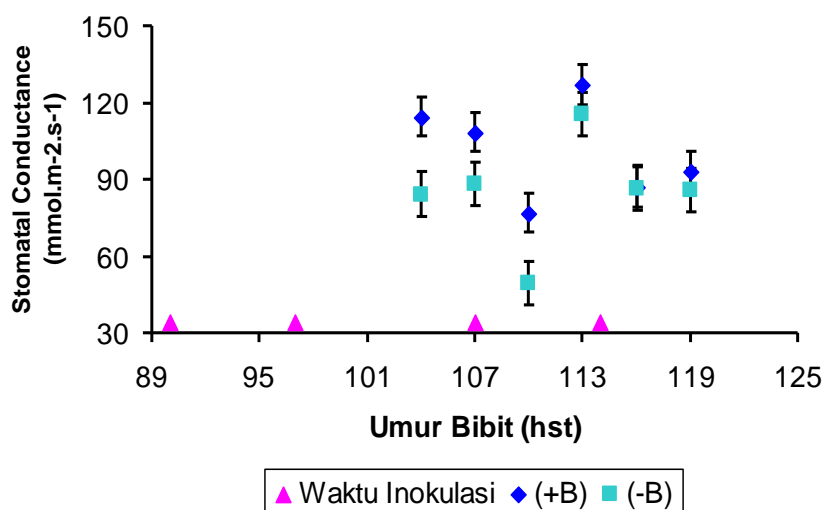
Salisbury dan Ross (1995) mengemukakan bahwa bentuk normal tumbuhan terpelihara oleh tekanan air di dalam protoplasnya, yang mendorong dinding sel. Selanjutnya tumbuhan bertumbuh bila mereka menyerap air, sehingga semua selnya mengembang. Tetapi, laporan data RWC menunjukkan potensi air di daun pada bibit kakao inokulasi bakteri adalah lebih kecil dibandingkan bibit kontrol. Diduga hal ini terjadi karena fenomena *etiologi* pada daun bibit kakao inokulasi bakteri.

Kakao termasuk tanaman C₃ yang boros dalam penggunaan air, data hasil pengamatan ini memberikan informasi bahwa bibit kakao kontrol memiliki efisiensi fotosintesis yang

lebih kecil, dibandingkan bibit kakao inokulasi. Nilai RWC yang lebih rendah menunjukkan bahwa terjadi peningkatan efisiensi fotosintesis. Potensi penyimpanan air di daun yang lebih rendah pada bibit inokulasi juga sebagai indikator ketahanan yang lebih baik pada saat kekurangan air.

4. Daya Hantar Stomata (Stomatal Conductance)

Berdasarkan data hasil pengamatan terlihat bahwa daya hantar stomata pada bibit yang diinokulasi lebih tinggi daripada bibit kontrol (tanpa inokulasi) sejak 105 hari setelah tanam (Gambar 4.).

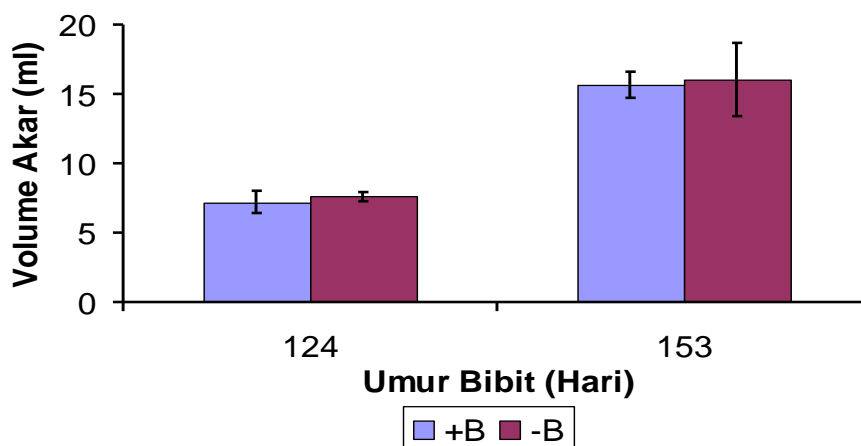


Gambar 4. *Stomatal Conductance* Daun Bibit Kakao Inokulasi Bakteri *Synechococcus* sp. (+B) dan Kontrol (-B). Setiap titik merupakan nilai rata-rata dari 9 sampel pengamatan disertai nilai SE.

Stomatal conductance sebagai indikator petukaran gas dipermukaan daun (transpirasi) yang semakin meningkat mengindikasikan laju fotosintesis bibit yang semakin meningkat (Cowan, 1982). Novianto (2009) menyatakan bahwa *stomatal conductance* diasumsikan dapat menunjukkan nilai fotosintesis suatu tanaman karena banyak air yang keluar diikuti CO₂ yang masuk ke dalam tanaman dan digunakan untuk fotosintesis.

5. Volume Akar

Informasi yang diperoleh dari data perbandingan volume akar memperlihatkan pertumbuhan volume akar bibit kakao inokulasi sangat nyata lebih kecil dibandingkan kontrol (Gambar 5.).



Gambar 5. Volume Akar Bibit Kakao Inokulasi Bakteri *Synechococcus* sp. (+B) dan Kontrol (-B). Setiap kolom merupakan nilai rata-rata dari 5 sampel disertai nilai SE

Salisbury dan Ross (1995) menguraikan bahwa tumbuhan dalam menyelesaikan masalah ketersediaan air dan unsur mineral yang sering langka tersedia dalam tanah adalah dengan cara membentuk sistem perakaran yang sangat besar. Walaupun banyak jenis tumbuhan hanya mempunyai akar sebesar 20 sampai 50% dari bobot totalnya, pada beberapa tumbuhan (terutama bila berada dalam lingkungan rawan air atau mineral nitrogen) sampai 90% dari total biomassa tumbuhan berada di akar. Sebaliknya, bila tanaman gandum ditumbuhkan secara hidroponik dengan cukup air dan nitrogen tinggi, hanya 3 sampai 5 % dari biomassa tanaman tersebut berada di akar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa telah terjadi asosiasi antara bakteri fotosintetik *Synechococcus* sp. dengan bibit kakao, yang dibuktikan dengan adanya perubahan positif beberapa karakter, seperti; status N jaringan, kandungan klorofil daun, daya hantar stomata, nilai RWC, dan volume akar bibit kakao inokulasi yang lebih kecil dari bibit kontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2006. *Panduan Budidaya Tanaman Kakao (Online)*. <http://theocacao.blogspot.com/search/label/4.%20Bahan%20Tanam>. Diakses pada Maret 2019.
- Anonim. 2009. *KINGDOM MONERA: The Cyanobacteria (Online)*. <http://fig.cox.miami.edu/faculty/dana/osc.gif>. Diakses pada Mei 2019.

- Apriyantono, A. 2008. *Indonesia Negara Pertama Terapkan Teknik Somatic Embriogenesis Kakao* (Online). [http:// antonapriyantono.com/2008/02/19/indonesia-negara-pertama-terapkan-teknik-somatic-embryogenesis-kakao/](http://antonapriyantono.com/2008/02/19/indonesia-negara-pertama-terapkan-teknik-somatic-embryogenesis-kakao/). Diakses pada Mei 2019.
- Beegle, D. 2008. *The Early Season Chlorophyll Meter Testfor Corn*. Agronomy Facts 53. The PennsylvaniaStateUniversity. College of Agricultural Sciences. Agricultural Research and Cooperative Extension.
- Cowan, I. R. 1982. Regulation of water use in Relationto Carbon gain in Higher Plants, dalam O.L. Lange, *et al* (eds). *Physiological Plant Ecology II: Waterr elation and carbon Assimilation*. Vol.12 B Springer-Verlag. Berlin.
- Dwijoseputro, D. 1981. *Pengamtar Fisiologi Tumbuhan*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Gardner. 1991. *Fisiologi Tanaman Budidaya*. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta.
- GCRIIO. 2009. *Cyanobacteria* (Online). <http://www.gcrio.org/UNEP1998/UNEP98p37.html>. Diakses pada Mei 2019.
- Gomez, K.A dan A.A. Gomez. 1995. *Prosedur Statistik untuk Penelitian Pertanian*. Edisi Kedua (Diterjemahkan oleh Endang Sjamsuddin dan YustikaS. Baharsjah). Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Iqbal, A., 2008. Potensi Kompos dan Pupuk Kandang untuk Produksi Padi Organik di Tanah Inceptisol. *Jurnal Akta Agrosia*. Vol.11: 13-18.
- Irvan, M. 2009. Kandungan Asam Amino pada Biji Kedelai yang Berasosiasi dengan Bakteri *Synechococcus* sp. *Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)*. Departemen Pendidikan Nasional Universitas Jember. Fakultas Pertanian.
- Meeks, J.C. and J. Elhai. 2002. Regulation of Cellular Differentantion in Filamentous yanobacteria in Free Living and Plant-associated Symbiotic Growt States. *Mycrobiology and Molekular Bilogry Reviewes*. Vol. 6. No. 1: 194-221.
- Novianto, E.H. 2009. Pengaruh Pemberian Bakteri Fotosintetik *Synechococcus* sp. Pada Daun terhadap Aktivitas Sucrose Synthase Daun dan Pertumbuhan Tanaman Kedelai. *Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)*. Departemen Pendidikan Nasional Universitas Jember. Fakultas Pertanian.
- Pelita, Harian Umum. 2009. *Deptan Kembangkan Kultur Jaringan Atasi Bibit Kakao* (Online). <http://www.hupelita.com/rubrik.php?id=2> . Diakses pada Mei 2019.
- Prasetya, R. 2005. Kajian Aplikasi Bakteri *Synechococcus* sp.dan Dosis Pupuk NPK Terhadap Hasil Biji dan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L.). *Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)*. Departemen Pendidikan Nasional Universitas Jember. Fakultas Pertanian.
- Salisbury, F. B. Dan C. W. Ross, 1995. *Fisiologi Tumbuhan Jilid 1 dan 2*. ITB Bandung.

Soedradjad,R. 2005 *Mutualism* (Online).
http://elearning.unej.ac.id/courses/PNA230/document/Bab-2_Ekologi/Bab-2.4.5_Mutualisme.pdf?cidReq=PNA230. Diakses pada Maret 2019.

Stratos. 2009. *Transfer Teknologi Bibit Kakao* (Online). http://stratos-online.org/portal/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=1&Itemid=42. Diakses pada Mei 2019.

Syamsunihar, A. 2007. Karakteristik Asosiasi Bakteri Fotosintetik *Synecococcus* sp dengan Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merril). *Laporan Akhir Program Insentif Kementerian Negara Riset dan Teknologi Tahun 2007*. Lembaga Penelitian Universitas Jember.

UCMP, 2000. *Introduction to the Cyanobacteria, Architects of earth's atmosphere* (Online). <http://www.ucmp.berkeley.edu/bacteria/aucyanobacteria.html>. Diakses pada Mei 2019.